

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 05.06.80 (21) 2937219/18-24

(11) 903873

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

GO6 F 7/58

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

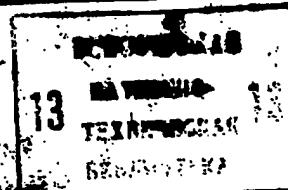
Опубликовано 07.02.82. Бюллетень № 5

Дата опубликования описания 07.02.82

(72) Автор  
изобретения

А. А. Коорт

(71) Заявитель



(54) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГЕНЕРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ПО ОБЪЕКТАМ  
ВЫБОРОЧНОЙ СОВОКУПНОСТИ

Изобретение относится к вычислительной технике и может найти применение при моделировании структуры и функционировании различных технических систем, в том числе систем массового обслуживания, где характеристики некоторых или всех элементов системы представляют собой случайные величины, причем параметры распределения этих случайных величин определяются путем наблюдения, измерения или испытания некоторого количества этих элементов (выборочной совокупности объектов), случайным образом выбранных из всего множества этих элементов (генеральной совокупности объектов). Предлагаемое изобретение предназначено также для генерирования значений характеристик объектов, относящихся ко всему их множеству исходя из известных характеристик только части объектов.

Известны генераторы случайных чисел для стокастического моделирования, которые позволяют генерировать случай-

ные числа не только с простейшими распределениями, какими являются равномерное распределение и гауссовское распределение, но и с более сложными распределениями типа гамма-распределения со всеми его частными случаями, бета-распределения, хи-распределения или логарифмически нормального распределения. Особенностью указанных генераторов является то, что параметры распределения случайных чисел соответствующего типа, значения которых устанавливаются в датчиках параметров генератора, считаются неслучайными и известными. Эти генераторы хорошо выполняют функции, для выполнения которых они предназначены, но в то же время отмененная особенность препятствует их применению в новых задачах моделирования, где параметры распределения уже нельзя считать неслучайными.

Общими для всех указанных генераторов являются блок тактовых импульсов, синхронизирующий работу всего генера-

тора, датчики постоянных чисел, количество которых соответствует количеству параметров распределения генерируемых случайных чисел, и блок генерирования случайных чисел в соответствии с установленными в датчиках значениями параметров распределения. При этом структура блока генерирования случайных чисел различна для различных типов распределения, но в общем этот блок построен из таких субблоков как сумматор, умножитель, интегратор и квадратор, а также субблок генерирования случайных чисел с простейшим распределением - гауссовским [1], [2] и [3].

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является генератор случайных чисел, содержащий генератор тактовых импульсов, датчики постоянных чисел и генератор случайных чисел, вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а выход является выходом устройства [4].

Недостатком этого устройства является то, что выдаваемые датчиками постоянных чисел сигналы (например, в виде импульсов определенной амплитуды) представляют числа - постоянные. Однако в практике научного исследования и инженерных разработок возникают задачи, где параметры распределения вырабатываемых случайных чисел должны, в свою очередь, рассматриваться как случайные числа. Пусть, например, требуется моделировать объекты генеральной совокупности, каждый из которых характеризуется единственной характеристикой, например длиной, коэффициентом усиления, прочностью, принимающей случайные значения в соответствии с гауссовским распределением (т. е. требуется генерировать случайные значения длины, коэффициента усиления или прочности). Для определения параметров распределения этой характеристики в генеральной совокупности (среднее значение и дисперсия в случае гауссовского распределения) случайно выбирается определенное число объектов из генеральной совокупности, определяется значение характеристики для каждого объекта (длина, коэффициент усиления или прочность каждого объекта) и определяется среднее значение и дисперсия характеристики тех объектов, которые попали в выборочную совокупность. Однако вследствие случайности образования выборочной совокупности среднее значение и дисперсия сами являются случайными величинами и распределены соответственно рас-

пределению Стьюдента с К степенями свободы и хи-квадрат-распределению с K-1 степенями свободы, если через K обозначать объем (число объектов) выборочной совокупности. Таким образом, чтобы теперь генерировать случайное число для моделирования характеристики одного объекта генеральной совокупности, нужно сначала генерировать два случайных числа в соответствии с распределением Стьюдента и хи-квадрат-распределением, а потом, используя полученные два случайных числа, генерировать случайное число в соответствии с гауссовским распределением. Известное устройство не позволяет этого делать.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства за счет генерирования случайных чисел со случайными параметрами распределения.

Поставленная цель достигается тем, что генератор случайных чисел моделирования генеральной совокупности по объектам выборочной совокупности, содержащий генератор тактовых импульсов, генератор случайных чисел, синхронизирующий вход которого соединен с первым выходом генератора тактовых импульсов, а выход является выходом устройства, первую группу датчиков постоянных чисел по числу параметров распределения первого генерируемого выборочного параметра, дополнительно содержит и ( $m=1, 2, 3 \dots$ ) дополнительных генераторов случайных чисел по числу одновременно генерируемых выборочных параметров и ( $m-1$ ) дополнительных групп датчиков постоянных чисел, каждая K-ая ( $K=1, 2 \dots m-1$ ) из которых содержит  $n_k/m_k = 1, 2 \dots$  датчиков постоянных чисел по числу параметров распределения K-ого выборочного параметра, причем выходы датчиков каждой группы датчиков постоянных чисел соединены с информационными входами соответствующего дополнительного генератора случайных чисел, выходы дополнительных генераторов случайных чисел соединены с информационными входами генератора случайных чисел, а второй выход генератора тактовых импульсов соединен с синхронизирующими входами дополнительных генераторов случайных чисел.

На чертеже представлена блок-схема генератора.

Предлагаемый генератор содержит генератор 1 тактовых импульсов, группы датчиков постоянных чисел  $2_1, \dots 2_k \dots 2_m$ , дополнительные генераторы случайных чисел  $3_1 \dots 3_k, \dots 3_m$ , генератор

случайных чисел 4. Первый выход генератора 1 тактовых импульсов соединен с синхронизирующим входом генератора 4 случайных чисел, а второй выход – с синхронизирующими входами всех центральных генераторов случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$ , выходы которых соединены с информационными входами генератора 4 случайных чисел. Выходы каждой группы датчиков постоянных чисел  $2_1, \dots, 2_k, \dots, 2_m$  соединены с информационными выходами соответствующего дополнительного генератора случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$ .

Генератор работает следующим образом.

Генератор 1 тактовых импульсов синхронизирует работу всего устройства. В датчиках постоянных чисел групп  $2_1, \dots, 2_k, \dots, 2_m$  устанавливаются значения параметров распределения случайных чисел, которыерабатываются в дополнительных генераторах случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$ . Значения параметров с выходов датчиков постоянных чисел групп  $2_1, \dots, 2_k, \dots, 2_m$  подаются на информационные входы дополнительных генераторов случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$ . По поступлении со второго выхода генератора 1 тактовых импульсов запускающегося импульса дополнительные генераторы случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$  вырабатывают случайные числа в соответствии с параметрами распределения, устанавливаемыми в датчиках постоянных чисел групп  $2_1, \dots, 2_k, \dots, 2_m$ . Случайные числа с выходов дополнительных генераторов случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$  поступают на информационные входы генератора 4 случайных чисел. По поступлению запускающегося импульса с первого выхода генератора 1 тактовых импульсов на синхронизирующий вход генератора 4 случайных чисел последний вырабатывает случайное число, используя при этом случайные числа с выходов дополнительных генераторов случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$  в качестве параметров распределения. Выработанное генератором 4 случайных чисел случайное число поступает на выход устройства.

Как и в известном, в предлагаемом устройстве структура генератора случайных чисел  $3_1, \dots, 3_k, \dots, 3_m$  и генератора 4 определяется типом распределения, в соответствии с которым нужно генерировать случайные числа. Тип распределения случайных чисел, в свою очередь, определяется манипулируемыми при помехи

предлагаемого устройства объектами. Для важнейших типов распределения (равномерное распределение, гауссовское распределение, хи-квадрат-распределение, 5 хи-распределение, логарифмически нормальное распределение, распределение Стьюдента, бета-распределение) имеется, по крайней мере один известный путь его осуществления. Требуемый тип распределения определяется, 10 в свою очередь, необходимое количество датчиков постоянных чисел для каждого дополнительного генератора случайных чисел, например, два датчика для равномерных и гауссовых распределений, четыре датчика для бета-распределений. Аналогичным образом тип распределения случайных чисел, вырабатываемых генератором 4 случайных чисел, определяет количество дополнительных генераторов случайных чисел, например два дополнительных генератора для равномерных и гауссовых распределений, четыре дополнительных генератора для бета-распределений.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет генерировать случайные числа для моделирования объектов генеральной совокупности, имеющих случайные характеристики, по данным об объектах выборочной совокупности. Генератор позволяет генерировать генеральную совокупность объектов с любым распределением их случайной характеристики и с любым распределением случайных параметров.

Экономический эффект от применения предлагаемого устройства заключается в возможности замены натурных исследований и испытаний объектов исследованиями на моделях для нового класса задач.

#### Ф о р м у л а изобретения

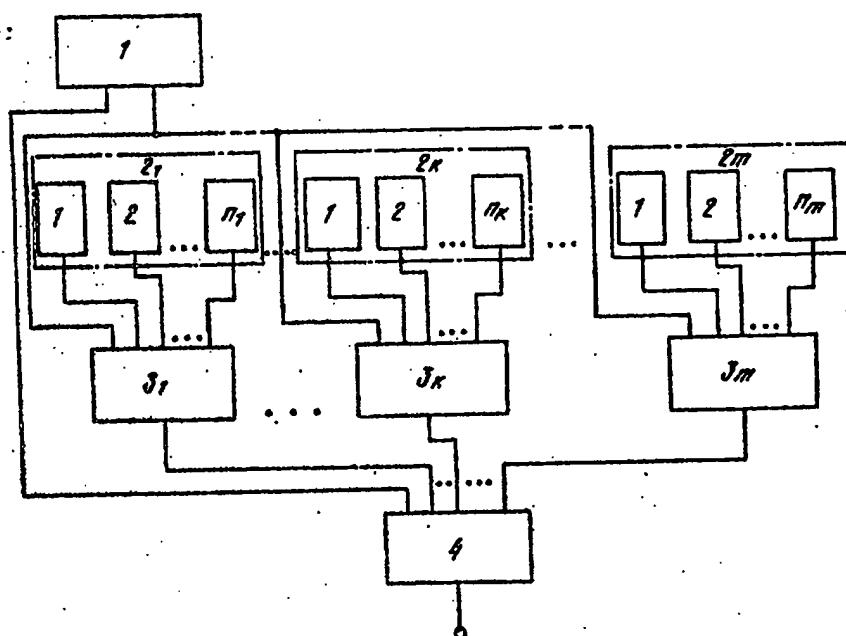
Генератор случайных чисел моделирования генеральной совокупности по объектам выборочной совокупности, содержащий генератор тактовых импульсов, генератор случайных чисел, синхронизирующий вход которого соединен с первым выходом генератора тактовых импульсов, а выход является выходом устройства, первую группу датчиков постоянных чисел по числу параметров распределения первого генерируемого выборочного параметра, отличающейся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей устройства за счет генерирования

случайных чисел со случайными параметрами распределения, оно содержит  $m$  ( $m=1, 2, 3$ ) дополнительных генераторов случайных чисел по числу одновременно генерируемых выборочных параметров и  $(m-1)$  дополнительных групп датчиков постоянных чисел, каждая  $K$ -ая ( $K=1, 2 \dots m-1$ ) из которых содержит  $n_K$  ( $=1, 2 \dots$ ) датчиков постоянных чисел по числу параметров распределения  $K$ -ого генерируемого выборочного параметра, причем выходы датчиков каждой группы датчиков постоянных чисел соединены с информационными входами соответствующего дополнительного генератора случайных чисел, выходы дополнительных генераторов случайных чисел соединены с информационны-

ми выходами и ратора случайных чисел, а второй выход генератора тактовых импульсов соединен с синхронизирующими входами дополнительных генераторов случайных чисел.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М., "Советское радио", 1971, с. 55-163.
2. Авторское свидетельство СССР № 552628, кл. G 07 C 15/00, 1975.
3. Авторское свидетельство СССР № 647716, кл. G 07 C 15/00, 1976.
4. Авторское свидетельство СССР № 590790, кл. G 07 C 15/00, 1975 (прототип).



Составитель О. Майоров

Редактор Н. Лазаренко

Техред Е.Харитончик Корректор А. Дзягко

Заказ 123/31

Тираж 731

Подписьное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и творчества

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород., ул. Проектная, 4